

# Interpretation of Magnetic Fabric in Unconsolidated Sediments

著者	昆 周作
号	77
学位授与機関	Tohoku University
学位授与番号	理博第3088号
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10097/00121798">http://hdl.handle.net/10097/00121798</a>

論文内容要旨

(NO. 1)

氏 名	昆 周作	提出年	平成 29 年
学位論文の 題 目	Interpretation of Magnetic Fabric in Unconsolidated Sediments (未固結堆積物が示す磁気ファブリックの解釈)		

第 1 章 緒言

津波堆積物とは、大規模な津波によって沿岸部や海底の堆積物が侵食され、津波とともに運搬されて陸上に再堆積した堆積物である。津波堆積物から堆積当時の情報を抽出し、津波堆積物の形成過程を復元することは、津波そのものの理解につながると考えられており、防災分野にとって有意義な情報である。2004 年インド洋大津波以降、津波堆積物に対して様々な分析方法が実施されてきている。これらの分析法の中に、堆積物を岩石磁氣的に分析する帯磁率異方性（AMS）がある。帯磁率異方性は物質に磁場を作用させたときに生じる誘導磁化の方向依存性をとらえることのできる手法で、これまで多種多様な岩石に適応されている。堆積学においても、主に堆積物の古流向を求めるために用いられ、様々な種類の堆積物の堆積過程の復元が試みられてきた。最近では、未固結な津波堆積物に AMS を適応し、津波時の古流向を推定することが試みられている。しかしながら、AMS は磁鉄鉱の粒径に依存するために、常に AMS が堆積物の古流向を示すかは疑問である。

本論文では、古津波堆積物と思われる未固結堆積物を AMS で測定し、AMS が必ずしも古流向を示さない事例を扱った Kon et al. (2017) を紹介し、未固結堆積物における AMS の扱い方と解釈について議論し、さらにこの問題を解決するために導入した別の磁気異方性についても述べる。堆積物の堆積過程の復元には正しい古流向解析を行う必要があるため、本研究はこれらの磁気異方性を用いた堆積物の古流向解析のための基礎的な研究である。

第 2 章 北海道霧多布湿原の未固結堆積物の磁気異方性について

古津波堆積物と推定されている未固結堆積物が多く堆積する北海道霧多布湿原にて、1 メートル・ジオスライサーを用いた堆積物の試料採取と観察、および AMS と非履歴性残留磁化異方性（AARM）の測定を実施した。堆積物の観察では、複数の砂層が湿地で堆積したと思われる泥層に挟まれて堆積しているのを確認した。このことは、沿岸部に分布する砂の運搬・再堆積作用をもたらすイベントが過去に複数回発生していることを示している。このイベント堆積物の帯磁率は、これまで報告されてきた津波堆積物の帯磁率と比べて低く、粗粒な多磁区の磁鉄鉱が多く含まれていないことを示していた。一方、AMS の長軸方向は層理面に対し垂直方向を示し、短軸方向は水平方向を示していた。これは、堆積初期の地層水平性の法則からすると不自然な形態であるため、AMS の長軸方向と短軸方向が逆転する単磁区効果が生じていることが想定された。AARM は残留磁気を利用するため、この単磁区の影響を受けない。そこで AARM の測定を実施したところ、長軸・短軸方向は AMS のそれぞれ短軸、長軸方向に対応していたため、単磁区効果が生じていることが認め

られた。さらに、この試料で単磁区効果が生じる原因を探るため、試料に含まれる磁性鉱物を電子顕微鏡で観察した。その結果、単磁区効果が生じる 1 – 2 マイクロメートルのチタノマグネタイトが試料中に含まれており、試料中の単磁区効果の原因を解明した。以上のことから、未固結堆積物における AMS を用いた古流向解析では、長軸方向が古流向を示さないこともあるので、AMS の解釈には注意が必要である。

堆積物の粒子の堆積方向は、粒子の粒径と運搬・再堆積作用の媒体である水の流速と古流向によって決められる。流速が早い環境で堆積する場合、粒子の方向は古流向に対し垂直方向に堆積する場合もあるが、一般的には粒子の堆積方向と古流向は平行すると考えられている。更に、AMS を用いた堆積物の古流向解析も同様に、堆積物に含まれる磁性粒子の長軸方向は古流向に平行すると考えられており、そのため AMS の長軸方向は堆積物の古流向であると解釈されるのが一般的である。事実、これまで報告されてきた AMS を用いた津波堆積物の古流向解析では、AMS の長軸方向は海岸線に対し垂直方向を示すことが多く、そのため、この長軸方向は津波の古流向であると解釈されてきた。一方、本研究で実施した AARM の長軸方向は、海岸線に対し平行方向を示しており、古流向と考えられる方向とは垂直方向を示していた。それに加え、今回の AARM の方向は、対称性の高いチタノマグネタイトが残留磁気を担っていることが電子顕微鏡観察から判明し、AARM はこの鉱物の配列をとらえていることになる。この鉱物の粒形を考慮すると、磁性鉱物が堆積物の古流向を模倣するという従来の考え方を変える必要がある。本研究結果から、未固結堆積物における磁気異方性は、堆積物の粒子の隙間を埋める磁性鉱物の配列を捉えており、この隙間は粒子の長軸方向を模倣していることが想定される。よって、磁気異方性は粒子の長軸方向を模倣しており、堆積物の粒子の粒径や流速などの堆積環境によってこの長軸方向は異なることが想定されるため、磁気異方性の長軸方向は常に堆積物の古流向を示すわけではないことが考えられる。

### 第 3 章 考察・結論

未固結堆積物における磁気異方性は、様々な方向で堆積した粒子の方向を積分した値を示していると考えられる。粒子の堆積方向は複数の形態をとるため、磁気異方性が堆積物の古流向を示すとは限らないことを留意する必要がある。この磁気異方性の解釈が、正しい古流向解析と未固結堆積物の堆積過程の復元を可能とし、将来の津波をはじめとした水害対策に用いられることに期待する。

# 論文審査等報告書

博士の 専攻分野	博士（理学）	ふりがな 氏 名	こん しゅうさく 昆 周作
論文審査の 結果の要旨 及びその 担当者氏名	<p style="text-align: center;">別紙のとおり</p> <p>論文審査担当者氏名</p> <p>（主査）教 授 中村 教博</p> <p>          教 授 長濱 裕幸</p> <p>          教 授 井龍 康文</p> <p>          准教授 後藤 和久</p>		
最終試験の 結果の要旨 及びその 担当者氏名	<p>本学大学院理学研究科の選定した 下記担当者が行った試験に合格した。</p> <p>試験担当者氏名</p> <p>（主査）教 授 中村 教博</p> <p>          教 授 長濱 裕幸</p> <p>          教 授 井龍 康文</p> <p>          准教授 後藤 和久</p> <p>          准教授 武藤 潤</p> <p>          教 授 海保 邦夫</p> <p>          講 師 遅沢 壮一</p> <p>          教 授 西 弘嗣</p> <p>          准教授 佐々木 理</p> <p>          准教授 高嶋 礼詩</p>		
博士論文審 査機関の名 称及び組織	<p>名称 審査会</p> <p>組織 委員 4 名</p>		
修了の要件	本研究科規定の定める修了要件を満たしている。		
判定の方法	理学研究科委員会の議決による。		

備考 この報告書は、本人に記入させないこと。

## 論文審査の結果の要旨

2011 年の東日本大震災で甚大な被害をもたらした津波であるが、いつ、どの程度の津波が、どこに襲来していたかを決定することは重要であるため、津波堆積物の研究が進められている。津波堆積物とは、津波によって陸上に堆積した厚さ数十センチメートルの粗粒で砂質な堆積物であるが、これまでこの堆積物の形成過程は詳細に研究されていなかった。そこで、著者は磁気異方性の手法によって、下記の事象を解明した。

津波堆積物の研究は、1980 年代後半から研究が進められるようになり、2004 年のインドネシア・スマトラ島沖地震と 2011 年の東北地方太平洋沖地震以来、飛躍的に研究例が多くなっている。近年、津波の流れを推定するために、津波堆積物に対して帯磁率異方性と呼ばれる手法が応用されている。帯磁率異方性とは、岩石や堆積物中の磁性鉱物の配列を、印加した磁場に対する磁性鉱物の応答によって鉱物配列を推定する手法である。磁性鉱物の配列のみから、間接的に堆積物の鉱物配列を推定する手法であるため、両者間の共軸性に問題がある。この欠点を理解せずに、磁気異方性の手法を応用すると根本的に鉱物配列を推定することを見誤る。これまでの津波堆積物における帯磁率異方性の研究はこの点を考慮せずに実施されていた。そこで、著者は単に帯磁率異方性を津波堆積物に応用するだけでなく、未固結堆積物の鉱物組成を考慮しながら、さらに非履歴性残留磁気異方性を初めてこの堆積物に応用した。その結果、一部の津波堆積物においては鉱物配列の主軸が入れ替わることを見出した。この結果をそのまま天然に適用すると、流れの方向やその強度を見誤る。この視点でこれまでの研究をレビューすると、津波堆積物ばかりでなく、一部の海底地滑り起源の堆積物でも、同様に主軸が入れ替わっていることを発見した。したがって、著者の研究によって、これまで受け入れられていた解釈を改めなければいけないことを指摘したことが成果である。

昆周作氏が提出した論文は、津波堆積物に止まらず様々な堆積物の鉱物配列が、いつも帯磁率異方性によって特徴付けられるわけではないと結論づけた点で新しい。

本研究は筆者が自立して研究活動を行うのに必要な研究能力と学識を有することを示している。したがって、論文審査委員会は全会一致で、昆周作氏が提出の博士論文が、博士(理学)の学位論文として合格であると認めた。